

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-342037

(43)Date of publication of application : 03.12.2003

(51)Int.Cl.

C03C 3/095
C03C 3/062
C03C 3/076
C03C 3/078
C03C 3/083
C03C 3/085
C03C 3/087
G02B 5/28

(21)Application number : 2002-151695

(71)Applicant : CENTRAL GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 27.05.2002

(72)Inventor : KURIYAMA NOBUYA

(54) GLASS FOR WDM LIGHT FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide glass for a WDM light filter which does not need a long-time heating at a high temperature in its production and has a good processibility even after vitrified.

SOLUTION: This glass for a WDM light filter having a multi-layer film for band pass formed on the surface comprises 35-55 wt.% SiO₂, 10-30 wt.% TiO₂, 4-20 wt.% ZrO₂, 5-25 wt.% Na₂O, 0-10 wt.% Al₂O₃, 0-20 wt.% CeO₂, 0-5 wt.% Li₂O, 0-20 wt.% K₂O, and less than 3 wt.% at least one metal oxide selected from among MgO, CaO, SrO, BaO, and ZnO and has an average thermal expansion coefficient at 50-150° C of 100-130 × 10⁻⁷/° C, a Young's modulus of 75-85 GPa, a glass transition point of 500° C or higher, a Vickers hardness of 550 or higher, and an elution amount in an alkali released metal content test according to JIS R3502 of 0.7 mg or lower.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-342037

(P2003-342037A)

(43) 公開日 平成15年12月3日(2003.12.3)

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード(参考)
C 0 3 C	3/095	C 0 3 C	3/095
	3/062		3/062
	3/076		3/076
	3/078		3/078
	3/083		3/083
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2002-151695(P2002-151695)		
(22)出願日	平成14年 5 月27日(2002.5.27)		
(71)出願人	000002200 セントラル硝子株式会社 山口県宇部市大字沖宇部5253番地		
(72)発明者	栗山 延也 三重県松阪市大口町1510番地 セントラル 硝子株式会社硝子研究所内		
(74)代理人	100108671 弁理士 西 義之		
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 WDM光フィルター用ガラス

(57) 【要約】

【課題】 作製時に高温下で長時間の加熱を必要とせず、またガラスとした後も加工性がよいWDM光フィルター用ガラスを提供する。

【解決手段】 表面にバンドパス用多層膜を形成するWDM光フィルター用ガラスであって、重量%で表して、そのガラス組成が、SiO₂、35～55%、TiO₂、10～30%、ZrO₂、4～20%、Na₂O、5～25%、Al₂O₃、0～10%、CeO₂、0～20%、Li₂O、0～5%、K₂O、0～20%の範囲であり、MgO、CaO、SrO、BaO、ZnOから選ばれる少なくとも一種以上の酸化金属のガラス組成が3%未満であり、50～150℃における平均熱膨張係数が100～130×10⁻⁷/℃、ヤング率が75～85GPa、ガラス転移温度が500℃以上、ビッカース硬度が550以上、且つJIS R3502に準拠したアルカリ溶出試験の溶出量が0.7mg以下であるWDM光フィルター用ガラス。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面にバンドパス用光多層膜を形成するWDM光フィルター用ガラスであって、重量%で表して、そのガラス組成が、 SiO_2 、35～55%、 TiO_2 、10～30%、 ZrO_2 、4～20%、 Na_2O 、5～25%、 Al_2O_3 、0～10%、 CeO_2 、0～20%、 Li_2O 、0～5%、 K_2O 、0～20%の範囲であり、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO から選ばれる少なくとも一種以上の酸化金属のガラス組成が3%未満であるWDM光フィルター用ガラス。

【請求項2】 請求項1に記載のWDM光フィルター用ガラスであって、50～150℃における平均熱膨張係数が $100\sim130\times10^{-7}/^\circ\text{C}$ 、ヤング率が75～85GPa、ガラス転移温度が500℃以上、ピッカース硬度が550以上、且つJIS R3502に準拠したアルカリ溶出試験の溶出量が0.7mg以下であることを特徴とするWDM光フィルター用ガラス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信分野における光の波長分割多重化(wavelength division multiplexing、略してWDM)に使用される、特定の波長域のみ通過させるWDM光フィルターの材料としての高い熱膨張係数を必要とするWDM光フィルター用ガラスに関する。

【0002】

【従来の技術】光フィルターには、特定の波長をカットするもの、透過させるもの、波長によらず光強度を落とすものがある。前者の光フィルターには、特定の波長のみを透過するバンドパスフィルター、特定の波長のみをカットするノッチパスフィルター、特定の波長より短波長や長波長のみを透過するハイパスフィルター、ローパスフィルターなどがあり、後者の光フィルターには、NDフィルターなどがある。

【0003】これらのフィルターの中で、波長多重光通信では、波長が僅かに異なる光を合波したり、逆に、複数の波長成分を含んだ光から特定波長光を選択的に取り出すために分波することが行われ、バンドパスフィルターが用いられる。

【0004】このような波長分割多重化(WDM)システムの発展に伴う狭帯域バンドパスフィルターは、WDM光フィルターと呼ばれ、特開平10-339825号公報、特表平10-512975号公報にて開示されており、その構成は、石英基板上に、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 などからなる誘電体多層膜を形成したものである。

【0005】波長分割多重化(WDM)システムの高精度化に合わせ、より高密度な波長多重光通信を行うために、WDM光フィルターには、透過波長のバンド幅を狭くすることが求められており、バンドの中心波長の温度

安定性が重要とされる。即ち、WDM光フィルター部材の使用温度の変動による屈折率変動を回避し、波長の温度シフトをゼロに等しくするとが要求されている。温度シフトは、ガラスと誘電体多層膜の熱膨張係数に依存することが知られている。

【0006】温度シフトをゼロと等しくするために、誘電体多層膜に熱膨張係数を近づけたガラスが特開2001-89184号公報、特開2001-48584号公報および特開2001-66425号公報にて開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開2001-89184号公報に記載された、ガラス組成のガラスは脆く、ダイヤモンドカッターでダイシング加工しチップに切り出す際に端部がかけ、歩留まりが悪いという問題があった。

【0008】また、特開2001-48584号公報、特開2001-66425号公報においてはガラスセラミックス、即ち、結晶化ガラスが用いられているが、結晶化させる際に長時間の加熱処理が必要であり、コスト高になるという問題があった。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような問題を解決するために、本発明者が、WDM光フィルター用に好適な物性値を有し、更にガラス作製時に高温下で長時間の加熱を必要とせず、またガラスとした後も加工性がよいガラスについて鋭意検討し、本発明のWDM光フィルター用ガラスを完成させるに至った。

【0010】即ち、本発明は、表面にバンドパス用光多層膜を形成するWDM光フィルター用ガラスであって、重量%で表して、そのガラス組成が、 SiO_2 、35～55%、 TiO_2 、10～30%、 ZrO_2 、4～20%、 Na_2O 、5～25%、 Al_2O_3 、0～10%、 CeO_2 、0～20%、 Li_2O 、0～5%、 K_2O 、0～20%の範囲であり、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO から選ばれる少なくとも一種以上の酸化金属のガラス組成が3%未満であるWDM光フィルター用ガラスである。

【0011】更に、本発明は、上記のWDM光フィルター用ガラスであって、50～150℃における平均熱膨張係数が $100\sim130\times10^{-7}/^\circ\text{C}$ 、ヤング率が75～85GPa、ガラス転移温度が500℃以上、ピッカース硬度が550以上、且つJIS R3502に準拠したアルカリ溶出試験の溶出量が0.7mg以下であることを特徴とするWDM光フィルター用ガラスである。

【0012】

【発明の実施の形態】WDM光フィルター用ガラスにおける熱膨張係数については、最適な範囲が存在することが知られている。すなわち、低すぎると光学多層膜に十分な圧縮応力がかかることができず、フィルターの中心

波長の温度シフトは正の方向に大きくなる。また、高すぎる場合は温度シフトが負の方向に大きくなり、同時に多層膜が剥離してしまうなどの問題も生じる。

【0013】本発明者が、蒸着法により $\text{SiO}_2/\text{Ta}_2\text{O}_5$ 系の3キャビティーバンドパスフィルターを作製し、確認したところ、 $50\sim 150^\circ\text{C}$ における好ましい平均熱膨張係数は $100\sim 130\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ であることがわかった。当該範囲内であれば多層膜に適度な圧縮応力をかけることができ、成膜方法にもよるが、フィルター特性の温度依存性を限りなく0に近づけることができる。よって、本発明のWDM光フィルター用ガラスの好ましい平均熱膨張係数は、 $50\sim 150^\circ\text{C}$ において $100\sim 130\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ である。

【0014】また、WDM光フィルター用ガラスは、フィルターとする際に、ダイシング加工等の切削加工によってチップに切り出す必要があり、脆くないことが要求される。

【0015】ヤング率については、一般的にヤング率が高くなると材料は脆くなることが知られている。ガラスのような脆性材料についても、ヤング率が高くなると材料は脆くなる傾向があることは最近になって明らかになった事実である。

【0016】一方、ヤング率はいわゆる強度とも密接に関係し、ヤング率が高くなると材料の強度は高くなる傾向にある。

【0017】本発明者が、実際に多層膜を形成したヤング率が異なる複数の基板を同条件でダイシング加工し、得られたチップ端部の欠けの程度を評価したところ、ヤング率が 85 GPa 以下であれば、良好な加工性を示すことを見いだすに至った。また、ヤング率が 75 GPa 以上であれば、多層膜成膜時のガラスの反りを許容範囲内に抑制できることを見いだすに至った。よって、本発明のWDM光フィルター用ガラスの好ましいヤング率は、切削・ダイシング加工時の作業温度下において、 $75\sim 85\text{ GPa}$ である。

【0018】WDM光フィルターの製造において、ガラス転移温度以下の適当な温度でWDM光フィルター用のチップを加熱・保持することにより、フィルターのバンドパスの中心波長をある程度修正することが可能であり、実際に修正する工程がある。

【0019】この調整の際、ガラス転移点(T_g)が低いガラスであると、調整するのに十分な温度で熱処理することができない。本発明のWDM光フィルター用ガラスにおいて、ガラス転移温度を 500°C 以上にするこゝで、 500°C までの温度において、中心波長を修正するために熱処理をすることを可能とした。よって、本発明のWDM光フィルター用ガラスの好ましいガラス転移温度は、 500°C 以上である。

【0020】また、ビッカース硬度については、 550 以上であれば、多層膜成膜により発生する応力により、

該膜が剥離し、剥離した際に膜にガラスが付着することを抑制できる。よって、本発明のWDM光フィルター用ガラスの好ましいビッカース硬度は、切削加工時の作業温度下において、 550 以上である。

【0021】またJIS R3502に準拠したアルカリ溶出試験の溶出量については、 0.7 mg 以下であれば、アルカリ溶出によるガラスの変色、即ち、ヤケ等の問題を抑制できる。よって、本発明のWDM光フィルター用ガラスの好ましいアルカリ溶出量は、 0.7 mg 以下である。

【0022】本発明において、本発明者が、必須成分に SiO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Na_2O を用い、付加的成分に Al_2O_3 、 CeO_2 、 Li_2O 、 K_2O 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO を用いたガラスを、各々の成分のガラス組成を調整しつつガラスを作製し、 $50\sim 150^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数が $100\sim 130\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 、作業温度におけるヤング率が $75\sim 85\text{ GPa}$ 、ガラス転移温度が 500°C 以上、ビッカース硬度が 550 以上、且つJIS R3502に準拠したアルカリ溶出試験の溶出量が 0.7 mg 以下であるWDM光フィルター用ガラスを得、本発明を完成させるに至った。

【0023】前記各成分の役割およびガラス組成について、以下詳細に説明する。

【0024】 SiO_2 は、ガラスの骨格を形成するためにガラスに導入する、本発明のWDM光フィルター用ガラスの必須成分である。 SiO_2 のガラス組成が $35\text{ wt}\%$ 未満では、ガラス状態が不安定となり失透など生じやすい。一方、 $55\text{ wt}\%$ を越えると、熱膨張係数が低くなり、即ち、 $50\sim 150^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数が $100\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 未満となり、WDM光フィルター用ガラスには不適となる。よって、 SiO_2 の好ましいガラス組成範囲は $35\sim 55\text{ wt}\%$ である。

【0025】 TiO_2 は、ガラスに好適な熱膨張係数を与え、且つヤング率を向上させるためにガラスに導入する、本発明のWDM光フィルター用ガラスの必須成分である。ガラス組成が $10\text{ wt}\%$ 未満では、ガラスに好適な熱膨張係数を与え、且つヤング率を向上させる効果が得られない。一方、 $30\text{ wt}\%$ を越えると化学的耐久性が悪くなるとともにヤング率が高くなり、 85 GPa を越えてしまう。よって、 TiO_2 の好ましいガラス組成範囲は $10\sim 30\text{ wt}\%$ である。

【0026】 ZrO_2 は、化学的耐久性を向上させるためにガラスに導入する、本発明のWDM光フィルター用ガラスの必須成分である。ガラス組成が $4\text{ wt}\%$ 未満では、化学的耐久性を向上させる効果は得られない。一方、 $20\text{ wt}\%$ を越えると熱膨張係数が低くなり、即ち、平均熱膨張係数が $100\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 未満となり、ガラス状態を形成しなくなり、失透する。よって、 ZrO_2 の好ましいガラス組成範囲は $4\sim 20\text{ wt}\%$ である。

【0027】 Na_2O は、熱膨張係数を高くするためにガラスに導入する、本発明のWDM光フィルター用ガラスの必須成分である。ガラス組成が5wt%未満では、ガラスの熱膨張係数を高くする効果は得られない。一方、25wt%を越えるとガラス状態が不安定になり、失透しやすいとともに、耐水性が損なわれヤケが発生しやすい。よって、 Na_2O の好ましいガラス組成範囲は5~25wt%である。

【0028】 Al_2O_3 は、ガラス状態を安定にする効果があるとともに、熱膨張係数およびヤング率の調整をガラス組成の加減で行えるためにガラスに導入される、本発明のWDM光フィルター用ガラスの付加的成分である。但し、ガラス組成が10wt%を越えると、熱膨張係数が低くなり、平均熱膨張係数が $100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 未満となる。よって、 Al_2O_3 の好ましいガラス組成範囲は0~10wt%である。

【0029】 CeO_2 は、熱膨張係数の調整および弾性率の向上のために、 SiO_2 および TiO_2 を置換するかたちでガラスに導入する、本発明のWDM光フィルター用ガラスの付加的成分である。他の成分との含量比によっては、ガラス組成が20wt%を越えるとガラス状態が形成されなくなる。よって、 CeO_2 の好ましいガラス組成範囲は0~20wt%である。

【0030】 Li_2O は、熱膨張係数やヤング率の調整のために導入する、本発明のWDM光フィルター用ガラスの付加的成分である。5wt%をこえるとガラスが不安定になり、失透などを発生しやすくなる。よって、 Li_2O の好ましいガラス組成範囲は0~5wt%である。

【0031】 K_2O は、熱膨張係数を高くするためにガラスに導入する、本発明のWDM光フィルター用ガラスの付加的成分である。ガラス組成が20wt%を越えると耐水性が損なわれる。よって、 K_2O の好ましいガラス組成範囲は0~20wt%である。

【0032】アルカリ土類金属の酸化物である MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO は、熱膨張係数の調整のためにガラスに導入できる、本発明のWDM光フィルター用ガラスの付加的成分である。しかしながら、 TiO_2 との共存下では失透傾向を大きくする成分であり、本ガラス組成において、3wt%を超えて入れる必要はない。

【0033】

【実施例】ガラスの各成分の原料にそれぞれ相当する酸化物、炭酸塩、硝酸塩等を使用し、得られるガラスが表1の実施例1~6、表2の比較例1~5に記載した組成となるように、所定の割合で秤量し混合した。

【0034】混合した前記原料を、容量2000ml、ロジウム10wt%を含有した白金製の坩堝に入れて、1300℃に昇温した電気炉内で、5時間溶融させた後、グラファイト製の型枠内に流しだし、予めガラス転移点付近に保持した電気炉内に投入し、2時間保持した後、室温まで冷却することで、厚さ、30mm、サイズ200mm×300mmのガラスブロックを得た。

【0035】次いで、ガラスブロックを薄くスライスした後、円筒状に研削し、更に両面を研磨し、片方の研磨面に蒸着法により Ta_2O_5 と SiO_2 を交互に堆積させて誘電体多層膜を得た。その後、成膜していない側から、厚み1mmになるまで研削・研磨した。さらに多層膜と反対側の研磨面に反射防止膜を成膜した。

【0036】誘電体多層膜、反射防止膜の作製方法としては、通常の光学薄膜形成に用いられる方法、例えば、各種イオンプレーティング法、スパッタリング法等が挙げられる。

【0037】次いで、金属円盤にダイヤモンド粉を付着させたダイヤモンドカッターを回転させつつ、誘電体多層膜を成膜したガラス基板に非成膜面側から当てて、いわゆるダイシング加工により、厚さ、1mm、サイズ、1.5mm角のチップに切り出した。

【0038】表1は、本発明のWDM光フィルターに関わり、その組成物および各組成物のガラス組成が、重量%で表して、 SiO_2 、35~55%、 TiO_2 、10~30%、 ZrO_2 、4~20%、 Na_2O 、5~25%、 Al_2O_3 、0~10%、 CeO_2 、0~20%、 Li_2O 、0~5%、 K_2O 、0~20%の範囲であり、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO から選ばれる少なくとも一種以上の酸化金属のガラス組成が3%未満となるようにした実施例1~6のガラスの組成物、その重量%で表したガラス組成、50~150℃における平均熱膨張係数(α_{50-150})、ヤング率、ガラス転移点(T_g)およびビッカース硬度(Hv)の測定値、耐水性の評価結果を示したものである。

【0039】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
SiO ₂	44.4	45.0	42.9	44.1	42.1	43.0
TiO ₂	23.6	26.3	25.1	26.4	19.0	17.2
ZrO ₂	9.1	5.5	5.2	4.5	5.2	17.6
CeO ₂					12.1	
計	32.7	31.8	30.3	30.9	36.3	34.8
MgO						
CaO						
BaO						
RO計						
Li ₂ O			3			
Na ₂ O	22.9	23.2	10.3	18.1	21.6	22.2
K ₂ O			13.5	6.9		
R ₂ O計	22.9	23.2	26.8	25.0	21.6	22.2
合計	100	100	100	100	100	100
α_{50-150} ($\times 10^{-7} \cdot K^{-1}$)	106	108	115	113	110	101
ヤング率 (GPa)	81.5	81.8	78.3	80.5	82.3	84.7
T _g (°C)	584	590	545	560	580	618
硬度Hv	600	580	570	580	580	600
耐水性(mg)	0.31	0.33	0.44	0.48	0.3	0.25

空白は添加なし

【0040】表2は、前記組成および各含有物のガラス組成の範囲から外れた比較例1～5のガラスの組成物、重量%で表したそのガラス組成、50～150℃における平均熱膨張係数(α_{50-150})、ヤング率、ガラス転移点(T_g)およびビッカース硬度(Hv)の測定値、耐水性の評価結果を示したものである。

【0041】

【表2】

	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
SiO ₂	60.0	37.8	34.0	39.0	50.8
TiO ₂	20.0	31.0	14.1	13.5	
ZrO ₂	5.3	0.0	4.7	21.0	
CeO ₂	3.2		21.7		3.0
計	28.5	31.0	40.5	34.5	3.0
MgO				4.5	
CaO					12.3
BaO		4.1			11.2
RO計		4.1		4.5	23.5
Li ₂ O		2.5			
Na ₂ O	11.5	16.8	12.7	9.0	9.0
K ₂ O		9.0	12.8	13.0	13.7
R ₂ O計	11.5	27.1	25.5	22.0	22.7
合計	100	100	100	100	100
α_{50-150} ($\times 10^{-7} \cdot K^{-1}$)	70	117	ガラス化 せず	ガラス化 せず	125
ヤング率 (GPa)	73.5	87.0			69.0
T _g (°C)	630	498			517
硬度Hv	560	560			520
耐水性(mg)	0.25	0.75			1.5

【0042】物性値としては、50～150℃における平均熱膨張係数、ヤング率、ガラス転移点、ビッカース硬度を測定した。

【0043】耐水性の評価は、JIS R3502に準

拠して行い、溶出したアルカリを全てNa₂Oに換算し、mgにて表示した。

【0044】表1に示すように、本発明のWDM光フィルター用ガラスの組成物を用い、各組成物のガラス組成を前記範囲とした実施例1～6のガラスは、50～150℃における平均熱膨張係数が100～130×10⁻⁷/℃、ヤング率が75～85GPa、ガラス転移温度が500℃以上、ビッカース硬度が550以上、且つJIS R3502に準拠したアルカリ溶出試験の溶出量が0.7mg以下であることを全て満足した。

【0045】それに比較して、表2に示すように、各組成物のガラス組成が前記組成から外れた比較例1～5のガラスは、50～150℃における平均熱膨張係数が100～130×10⁻⁷/℃、ヤング率が75～85GPa、ガラス転移温度が500℃以上、ビッカース硬度が550以上、且つJIS R3502に準拠したアルカリ溶出試験の溶出量が0.7mg以下であることを満足しなかった。

【0046】

【発明の効果】本発明のWDM光フィルター用ガラスは、前述の組成およびガラス組成の範囲に限定することで耐水性に優れるガラスとした。また、結晶化ガラスでないので、長時間の加熱処理が必要なく価格が安く抑えられ、弾性率を調整できる組成としたことで、必要な熱膨張係数が容易に得られる。ヤング率を適切な範囲にすることで、多層膜成膜時に発生する応力による基板の反りを改善するとともに、ダイヤモンドカッターによるダイシング加工によって、チップに加工する際に端部がかかることが少なく加工性に優れる。

【手続補正書】

【提出日】平成15年5月13日(2003. 5. 13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】耐水性の評価は、JIS R3502(改正1995年)に準拠して行い、溶出したアルカリを全て Na_2O に換算し、mgにて表示した。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

C 0 3 C 3/085

C 0 3 C 3/085

3/087

3/087

G 0 2 B 5/28

G 0 2 B 5/28

Fターム(参考) 2H048 GA07 GA09 GA13 GA33 GA51
GA62

4G062 AA04 BB01 DA05 DA06 DB01
DB02 DB03 DC01 DD01 DE01
DE02 DE03 DF01 EA01 EA02
EA03 EB03 EB04 EC01 EC02
EC03 EC04 ED01 ED02 ED03
EE01 EE02 EE03 EF01 EF02
EF03 EG01 EG02 EG03 FA01
FB04 FC03 FC04 FD01 FE01
FF01 FG01 FH01 FJ01 FK01
FL01 FL02 FL03 FL04 GA01
GA10 GB01 GC01 GD01 GE01
HH01 HH03 HH05 HH07 HH09
HH11 HH13 HH15 HH17 HH20
JJ01 JJ03 JJ05 JJ07 JJ10
KK01 KK03 KK05 KK07 KK10
MM04 NN29 NN33 NN34 NN40